

pérdida de la atmósfera. A ambas ha llegado ya nuestro satélite y la Tierra llegará también inevitablemente, al menos cuando el Sol haya cesado de enviarle sus rayos...

Es frase de un astrónomo: Lanzará el Sol sus últimos reflejos, y las tinieblas y el frío invadirán su brillante fotosfera... La Tierra, invadida también por el frío, concentrará en el ecuador la poca vida que pululará ya en la superficie... y cuando haya recibido el último rayo del Sol, no se evaporarán más las aguas de los mares, ni la lluvia descenderá más sobre los campos desiertos, ni correrán más los arroyos ni los ríos, ni se precipitarán más las cataratas. El mar se convertirá en una enorme masa de hielo, y el cadáver de la Tierra, envuelta en el silencio absoluto, seguirá girando en torno del Sol, oscuro del mismo modo y cubierto de tinieblas; y así, como sonámbulos eternos, avanzarán ambos a través de los espacios iluminados tan sólo por el siniestro brillar de alguna fugaz estrella...

Podemos extender aún más nuestras predicciones.

Los astros del cielo están regidos todos por las mismas leyes: todos tienen la misma naturaleza; todos poseen aún los mismos elementos materiales, como lo prueba suficientemente la luz venida de ellos estudiada en el espectroscopio.³ Luego, también de ellos puede afirmarse lo dicho más arriba.

La historia, la génesis y evolución es idéntica para todos. Todos, por tanto, empezaron a existir en el tiempo y todos tienden al término fatal. Los astrónomos distinguen ya entre estrellas jóvenes, viejas y decrepitas. Las jóvenes son aquellas que ostentan su luz y actividad en apogeo; las viejas, las que van decayendo; las decrepitas, las que están próximas a agotarse.

Es cierto, por tanto; podrá tardar más o menos, podrán pasar siglos y más siglos; pero la Creación, el Universo entero, camina hacia su aniquilamiento, hacia su inevitable ruina... Es un reloj gigantesco al que una mano omnipotente dio cuerda duradera; pero esa cuerda indefectiblemente tiende a acabarse, y llegará el día en que se habrá acabado del todo... Es tam-

3. La identidad de materia en toda la Creación puede comprobarse también, en su tanto y, además del espectroscopio, por los bólidos o meteoros. Son trozos de astros desintegrados y por consiguiente heraldos o mensajeros de las alturas. En Santiago de Estero (Argentina) puede verse uno caído allí, de 15.000 kilogramos. Dos más en Méjico, uno de 20 y otro de 50.000. Otro en Adar (Marruecos); un enorme bloque de 100 metros de largo por 40 de alto y que pesa un millón de toneladas... Pues bien, y esto es lo que más hace a nuestro caso: Sus elementos son invariable e indefectiblemente los mismos que vemos en la Tierra: el hierro, el níquel, ácido silícico, oxígeno, azufre, magnesio, calcio, aluminio, etc. Ni un solo elemento desconocido de la Química.

bién, si queréis, un incendio vastísimo en que arden millones de inmensos globos en espantosa conflagración. Como el combustible no es infinito, volvemos a repetir, ha de ir necesariamente agotándose hasta que, al fin, se agotará del todo y se apagará definitivamente la hoguera...

Esta es la condición de todas las cosas materiales: el desmoronamiento, la muerte y de ella no se libra ni siquiera la infinita máquina del cosmos... De él, a pesar de todas sus magnificencias, podemos decir los versos que a las flores aplicó el poeta:

*«Estas que fueron pompa y alegría
despertando al albor de la mañana,
a la tarde serán lástima vana
durmiendo en brazos de la noche fría.»*

*«A florecer las rosas madrugaron
y para envejecerse florecieron:
Cuna y sepulcro en un botón hallaron...
Que pasados los siglos, horas fueron.»*

(CALDERÓN DE LA BARCA.)

Lo último

¿Qué será del Sol, de los planetas y digamos lo mismo de los demás astros, después de llegar a su fatal término?

¿Seguirán eternamente apagados y rodando como fantasmas oscuros por las inmensidades del espacio?

La inteligencia del hombre se para aquí impotente ante la impenetrable esfinge. ¿Quién podrá penetrar tan inasequibles arcanos?

No obstante, podemos añadir algo, aunque tenga las apariencias de sueño.

Parece a primera vista que la traslación de las estrellas no desaparecerá nunca: sin embargo, no es así, porque, aunque exigua, alguna resistencia encuentra su paso y traslación por el éter. Esa resistencia, pues, se concibe que acabará por anular la fuerza centrífuga, y entonces los planetas, no pudiendo contrarrestar la centrípeta, se irán poco a poco acercando hasta que al fin caerán todos sobre el Sol... Este y las estrellas harán lo mismo sobre sus respectivos centros, hasta que el equilibrio final reunirá todos los orbes en una masa, la cual sí que per-

manecerá eternamente, si bien inerte, inactiva, sin vida, sin movimiento posible, a no ser que Dios la aniquile o vuelva a cargarla de actividades y energías, como se cargan los acumuladores de una batería eléctrica...⁴

El revivir de los Mundos

Réstanos resolver una dificultad.

Los materialistas, en su empeño de no acudir a Dios para nada, al verse obligados a explicar de alguna manera los hechos, han concebido la peregrina idea de que el mundo actual no es más que uno de tantos pasajeros episodios o facetas por donde pasa la evolución eterna de los seres.

Antes que el presente, afirman, habían existido otros mundos y después se seguirán otros, sin que pueda jamás darse término a la infinita cadena. Así lo dicen Arrhenius, Büchner, Le Bon, Renan... con una seguridad y aplomo que no parece sino que fueron testigos presenciales de cuanto afirman.

El ciclo, según aseguran estos autores, es perfecto. Los átomos eternos e increados, salidos un día de su estado de división o aislamiento, formaron las estrellas, el mundo que actualmente se desarrolla ante nosotros; pero ellos volverán a deshacerse de nuevo, a pulverizarse, a dividirse, formando otra nebulosa primitiva para volver de nuevo a condensarse y formar nuevos mundos.

El Universo, de este modo, nace y renace infinito número de veces de sus propias cenizas como el ave fénix. Es el retorno eterno de las cosas, ideado ya hace siglos por Lucrecio y renovado más tarde por Nietzsche y por Kant. Su símbolo podría ser Penélope tejiendo y destejiendo continuamente su tela.

¿Qué opinar sobre esta hipótesis?

Digamos sólo que está en contradicción aun con una ley admitida por la Ciencia: a saber, *la ley de la entropía*.

En efecto: según esta ley, todas las energías del Universo tienden a degradarse, esto es, a convertirse en otras de grado y calidad inferior. El calor es la última de todas ellas, y, en consecuencia, todas tienden indefectiblemente a transformarse en él. Cuando esto sucede, el calor será la única energía del

4. Pueden acabar también las estrellas y nuestro sol por una explosión gigantesca que las convertiría en *Novas*. Cada año se observan unas 30 de las referidas explosiones en nuestra Galax o Vía Láctea.

Mundo, e irradiada en todas direcciones, se extenderá uniformemente por los cuerpos según la capacidad específica de cada uno. Entonces vendrá definitivamente el equilibrio final, el reposo absoluto de toda acción. El Universo, desde ese momento, será un cadáver sin movimiento ni actividad posible. Será un estanque en calma, incapaz de mover la más mínima rueda hidráulica.⁵

Véase, pues, aquí, la imposibilidad de la hipótesis mencionada.

Dicen que el Mundo volverá a renacer como el ave fénix, de sus cenizas. Fácilmente se dice eso, pero, ¿quién será capaz de probarlo? ¿Quién sacará al Mundo de su inercia última? Ciertamente que si se pudiera devolver a la Naturaleza, llegada al último grado de quietud y de reposo, la perdida virtud para obrar, sería fácil empezar de nuevo el ciclo de las evoluciones y reversiones, atravesando los estadios en que se halló antes de llegar a tan profunda decadencia. ¡Pero en eso está precisamente la dificultad! ¿En dónde encontrar la fuerza que levante de su postración las energías cósmicas? «Dadme un punto de apoyo y removeré el Mundo de su sitio», decía Arquímedes, y lo mismo podemos decir nosotros en nuestro caso. Dadnos una fuerza omnipotente que actúe sobre el mundo paralizado y muerto, y os concederemos todos los retornos que queráis... Pero mientras no tengamos eso, es inútil soñar en futuras resurrecciones...

En resumen: sólo admitiendo la existencia y acción omnipotente y sapientísima de una causa extrínseca a la materia, que infunda nueva vida y saque de su equilibrio, de su agotamiento y muerte al Universo y haga rodar de nuevo el ciclo de su evolución, y dirija otra vez con leyes precisas y sabias el nuevo Mundo aparecido, y cree armonías y concierto en las estrellas nuevas, dirigiendo como antes con euritmia asombrosa sus movimientos..., sólo así, repetimos, puede sostenerse la hipótesis de un Mundo que continuamente envejece y rejuvenece, muere y resucita.

De otra suerte, ni aun como simple hipótesis es defendible.

Funestos contratiempos para los materialistas; ellos que habían excogitado su flamante teoría para poder prescindir de Dios, para explicar la génesis y los misterios del Mundo sin tener que acudir a El, porque su solo nombre les aterraba..., he aquí que ahora lo ven asomar por entre los resquicios y urdimbre de sus propias explicaciones.

5. Cfr. *El fin del Mundo*, por Ignacio Puig, S. I., Buenos Aires, 1941, cap. I.

Consecuencia final

Hemos llegado de nuevo al fin. Otra vez la consecuencia.

Insútil parece insistir en ella después de cuanto llevamos dicho.

Hemos visto que el Sol, la Tierra, la Luna, las estrellas, el Universo entero, no son eternos, sino que tuvieron su principio un día como tendrán en otro su término. Que hubo un tiempo en que no existían, como habrá también otro en que no existirán.

¿Qué se deduce de aquí?

Evidentemente, la consecuencia de la creación del Mundo por Dios.

La cosa no puede ser más claramente manifiesta. No queda otra explicación posible, por más que se empeñen los ateos.

Si el mundo no ha existido siempre, tuvo necesariamente que haber sido hecho por alguien al venir a la existencia. Y del mismo modo: si naturalmente ha de dejar de existir, síguese que no tiene el ser por su propia naturaleza; que es contingente, como dicen los filósofos, esto es, un ser creado...

Un ser creado..., ¿por quién?

No cabe duda tampoco.

Por una fuerza extracósmica, distinta y que estaba fuera de él, pues lo sacó de la nada... Por una causa eterna e increada existente por sí misma..., por un poder infinito que tenía las llaves de la existencia..., por una inteligencia suprema capaz de las más grandes maravillas...; en fin: por un Ser Único y Personal, esto es, por DIOS.

El Universo todo ha sido hecho y en todo él preside un mismo plan, unas mismas leyes universales y aun unos mismos elementos de la materia... El arquitecto ha de ser, por tanto, uno solo: la inteligencia infinita que lo ideó, una sola; el poder que lo construyó, uno también.

Ni el panteísmo ni la pluralidad de divinidades son inteligibles... Un solo Dios personal. El es el Creador del Universo. El lo mandó y todo se hizo: El removió los senos de la nada e hizo surgir espléndidos los Mundos... El creó la Tierra y los astros y los lanzó a rodar eternamente por los espacios... El concertó sus movimientos y dirigió las leyes sapientísimas de su danza...

¡Y votaron los ateneístas de Madrid la no existencia de Dios! ¡Y se llamaron los intelectuales, los dirigentes ideológicos de la Patria!

«La poca ciencia aparta de Dios y la mucha lleva a El.»

Os soy franco y lo voy a decir, aunque parezca algo sangriento. Al recordar tan ridículo y bochornoso episodio me ha venido siempre a la memoria la fábula de Arriaza intitulada:

«El ruiñeñor, el canario y el buey».

Oyela, lector, y saca tú mismo la moraleja. Dice así:

*«Junto a un negro buey cantaban
un ruiñeñor y un canario,
y en lo gracioso y lo vario
iguales los dos quedaban.*

*Decide la cuestión tú,
dijo al buey el ruiñeñor:
y metiéndose a censor
habló el buey y dijo: Mú...»*

FISICA NUCLEAR

VII

EL ATOMO Y SUS COMPONENTES

EL ATOMO. — EL NUCLEO: PROTONES Y NEUTRONES. — LOS ELECTRONES Y SUS ORBITAS. — EL VACIO DEL COSMOS. — PAPILLA NUCLEAR ¹

El átomo

La gran inteligencia de San Agustín dijo un día la tan conocida frase que se repite con frecuencia al tratar de las maravillas de la naturaleza: «Dios es grande en las cosas grandes y máximo en las pequeñas»...

La referida idea fue una intuición del genio del gran doctor de Hipona, pues desconocía por completo los secretos que muchos años después nos reveló la ciencia.

Sí; Dios es grande en las cosas grandes como acabamos de admirar en los primeros capítulos de este libro: en las estrellas del cielo con sus volúmenes gigantescos y vertiginosos movimientos, pero lo es también, y más si cabe, en las cosas pequeñas y «cercanas a la nada» en frase de Limneo.

Se puede decir que los problemas del mundo sideral de tan grandiosas perspectivas no son otra cosa que problemas de mecánica. El Creador ostenta en él, esplendentemente, su dinamismo y omnipotencia; en los del segundo, en cambio, esto es en el mundo de las células, de los microbios, átomos y moléculas, su poder insondable y soberana inteligencia...

¿Qué es el átomo?

Desde luego una partícula microscópica, imperceptible a la vista. Sus volúmenes del orden de la milbillonésima de un milímetro cúbico y su peso, más insignificante aún, de una trillonésima de gramo.

1. Remitimos a nuestros lectores al libro del mismo autor, intitulado «El Misterioso Mundo Microscópico», en donde encontrarán toda esta interesantísima materia del microcosmos más completa y detalladamente expuesta.

A pesar de ser tan diminuto el átomo, es complejísimo y puede fraccionarse en varias partes, algunos de ellos hasta 200 y más. Esto es lo que hizo decir con aguda frase a los físicos que «el átomo ya no era átomo». En efecto; si el átomo es, aun por su mismo nombre indivisible», lo que puede dividirse, no es átomo.

El núcleo

Es lo principal en él: Si dispusiéramos de un microscopio tan potente que pudiera agrandarlo hasta un tamaño perfectamente visible para nosotros, como un perdigón, por ejemplo, los veríamos arracimados y pegados unos a otros...

Distinguiríamos perfectamente dos clases: Unos, los que nosotros hemos vestido de blanco: los *protones*, y otros, los negros, a los que apellidamos *neutrones*.

Los protones parecen ser los elementos primordiales, infinitamente pequeños, como se deja entender, pero del material más duro y resistente y pesado del universo. Se calcula que una cucharadita de ellos, si pudieran estar plenamente unidos entre sí y sin intersticios, tendría un peso tan exorbitante que equivaldría a 24 millones de kilos.

Los neutrones

Hasta el año 1936 se creía entre los físicos que el núcleo de los átomos estaba integrado por sólo protones. Estos eran diversos en número, según los distintos elementos, y ese número marcaba el peso de los mismos, el llamado *peso atómico*... Pero al aquilatar más las ideas y las observaciones, se echó de ver que el núcleo del *Helio* no pesaba dos precisamente como debiera, sino el doble; esto es, 4.

De la misma manera, a la *plata*, que posee 47, correspondía el número 47; pero se vio que tampoco era así, sino que pesaba más del doble: 108. El *plomo*, con 82 protones, 207; el *uranio*, con sus 92, 238...

¿Cuál era la causa de tan desconcertante diferencia?

Una veintena de años habían de pasar sin poder dar respuesta.

Era un problema crucial, al parecer, insoluble. Pero no; al fin pudo descifrarse... CHADWICK fue el que lo resolvió plenamente y el premio Nobel galardonó su genio...

Demostró que junto a los protones que constituyen e integran el átomo había otras partículas de la misma masa, con la única diferencia de que eran neutras eléctricamente en oposición a los



El átomo y sus componentes

protones cargados con electricidad positiva. Quedaba todo explicado.

El núcleo del helio contenía dos protones, más las dos partículas neutras en cuestión y que llamamos neutrones. El peso era idéntico y por eso el peso atómico era 4... El núcleo del litio contenía 3 protones y 4 neutrones; por eso también su peso atómico era 7.

En una palabra: la carga del núcleo, su masa y, por tanto, su peso atómico estaba en combinación con el número de entrambos.

Los electrones

Todos tenemos noción, más o menos exacta, de nuestro sistema planetario. Sabemos que en él, el sol ocupa su lugar céntrico y alderredor suyo giran acompañándolo, como poderosa y segura escolta, los planetas. Estos son 9 y distan desde 58 millones de kilómetros, el más cercano al astro-rey, hasta 6.000 millones, el más alejado de todos, Plutón.

Maravilloso es ciertamente el sistema solar y los millones de sistemas que deben existir en las innumerables estrellas que lucen en el firmamento, pero creemos que son más maravillosos aún los atómicos.

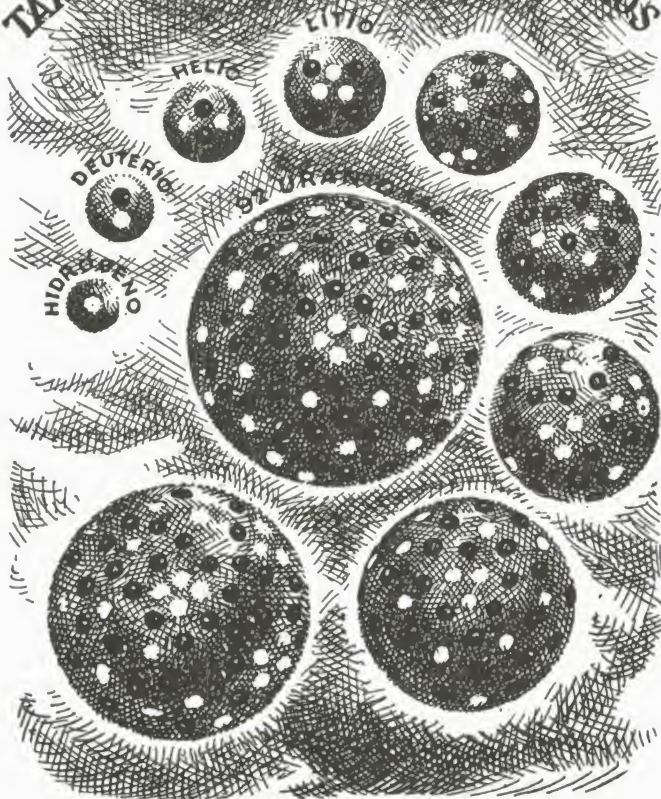
Los atómicos, sí. Porque es el caso que estos diminutos e insignificantes átomos están ordenados casi en la misma forma. El centro de todos ellos y que hace las veces de esplendente sol en el mundo liliputiense es el respectivo núcleo de cada uno. Los planetas son los electrones, diminutas partículas eléctricas. Están en continuo vértigo de agitación en torno del núcleo. Su movimiento es doble también: Uno de rotación o torbellino y otro de traslación alderredor de su centro. El electrón del hidrógeno recorre su órbita a la velocidad fantástica de 2.000 kilómetros por segundo. Si estuviera suelto y girara en torno de la Tierra podría darle una vuelta de circunvalación en veinte segundos. A su minúsculo núcleo lo rodea en 6×10^{15} , es decir, 6 billones de veces por segundo.

Otra diferencia encontramos entre ambos sistemas. El Sol tiene solamente 9; los atómicos generalmente muchos más. El hidrógeno presenta solamente uno, pero la serie aumenta rápidamente: El helio ya cuenta con 3; el *uranio*, con 92; el *neptunio*, con 93; el *plutonio*, con 94; el *americio*, y el *curio*, con 95 y 96, respectivamente.

No cabe duda que debe ser bello y espléndido su cielo adornado en sus noches con 96 lunas.

La tercera diferencia es también notable. En el sistema solar

TAMANO COMPARATIVO DE LOS ATOMOS



Los átomos no son todos iguales, sino que, como las estrellas, se diferencian mucho en tamaño. El menor es el átomo del hidrógeno. y el mayor, el último de la escala, el *nobelio*

todos los planetas giran en el mismo plano; en el atómico, por el contrario, los electrones-planetas rodean a sus centros en todas las direcciones del espacio.

El vacío del cosmos

Es lo más sensacional y sorprendente que han puesto de relieve los estudios nucleares.

La comparación del sistema atómico con el planetario del microcosmos es lo que llevó a los físicos a darse cuenta de ello.

El protón o protones y los neutrones están separados mutuamente aunque sean partes integrantes del núcleo, y tanto, que entre ellos gira vertiginosamente una partícula llamada *mesón* que, semejante a una pelota, va de uno a otro incesantemente. Si comparamos el núcleo con una naranja, los electrones aparecerían como perdigones a la distancia de un kilómetro. Necesitaríamos, por tanto, un antejo para poderlos divisar. Pues si quisiéramos alargarnos más para ver otra naranja, la más cercana, es decir el núcleo de otro átomo, la divisaríamos allá lejos, a la distancia de varios kilómetros.

El mundo de los átomos, pues, es un mundo vacío como lo es el de las estrellas. A nosotros, los terrícolas, nos da vértigo el pensar en la soledad en que se mueve el humilde planeta en que vivimos. A unos 400.000 kilómetros se mueve nuestro plateado e insignificante satélite la Luna... y hasta ahora no hemos podido posar nuestros pies en ella. El otro Sol inmediato es el llamado Alfa del Centauro y necesitaríamos, para trasladarnos a él, cuarenta billones de kilómetros, o sea cuatro años de luz.

Pero imaginémonos por un instante que una mano inmensamente poderosa aplastara todo el sistema y a Plutón, que dista 6.000 millones de kilómetros, lo uniera por completo con el asteroide, y lo mismo hiciera con Júpiter, Saturno, Venus y Marte. Todo el sistema se vería reducido enormemente. Lo que antes distaba unos millones de kilómetros se habría condensado en menos de un millón...

Pues idéntico es el mundo de los átomos: cada una de sus partículas dista de la otra un espacio parecido relativamente al de los planetas y estrellas. El hombre vendría a tener el volumen de un microbio; la Tierra, el de una bola de 320 metros; las nebulosas espirales se habrían convertido en enjambres de asteroides bogando, apenas visibles como puntos perdidos, en las infinitas soledades.

Pero nótese bien: El volumen sería lo único que habría cambiado; pero sería el mismo, ya que sólo se habrían suprimido los vacíos. El microbio Hombre pesaría sus 70, 80 o 90 kilos;

el globo terráqueo, sus 6.000 millones de toneladas, y el Sol, sus 2.000 cuatrillones. Los astros se habrían convertido en la famosa papilla nuclear, estado a que han llegado ya algunos astros.

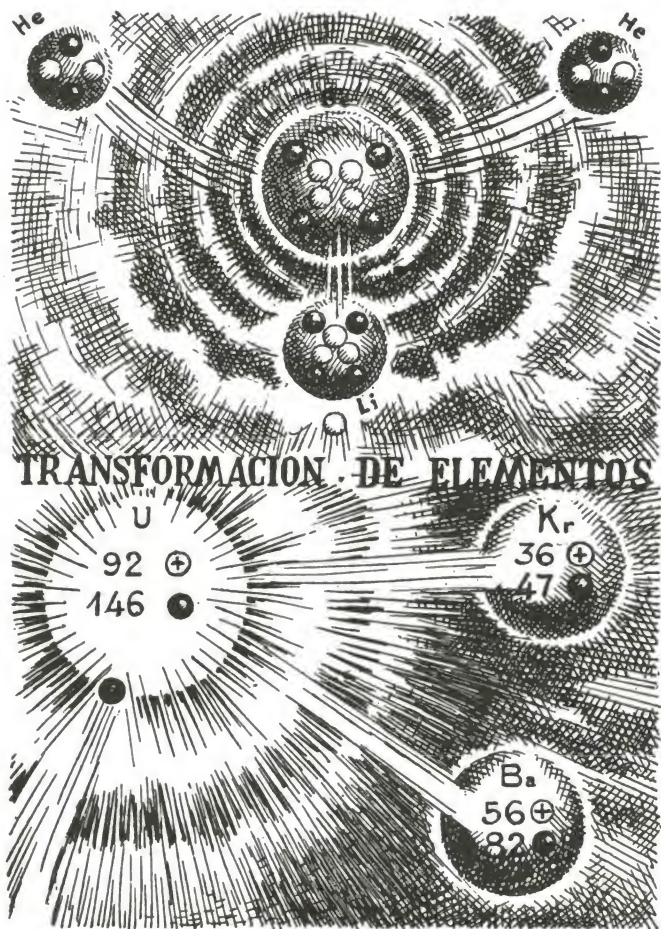
El radiante Sirio, una de las estrellas vecinas, se ha hecho por esto famosa en Astronomía. Tiene un compañero que es igual a él en el peso, pero carece de luz, es un astro opaco. Un día había sido como Sirio, esplendente y con millones de grados de temperatura, pero súbitamente su interior quedó dislocado por la presión y hoy se ha contraído tanto que presenta sólo las dimensiones de la Tierra: Es un astro enano, aunque gigante en peso. Sobre él, una aguja de coser pesaría lo que un rascacielos en la Tierra, y si cayera sobre ella se hundiría como se hunde entre nosotros una piedra arrojada en un tranquilo remanso.

Hablamos antes de un brazo inmensamente poderoso que pudiera comprimir los átomos. La resistencia que éstos ofrecen es enorme.

A los electrones que giran, como ya dijimos, con velocidades fantásticas de rayo, ¿quién será capaz de apartarlos de su ruta? Todo el poder de nuestros medios actuales no nos permiten intentarlo. Aun en el interior de la Tierra, en donde sobre una extensión de las dimensiones de un sello gravita un peso de millones de toneladas, sus electrones continúan sus órbitas y sólo empiezan a ceder a tensiones aún mayores. Los átomos así aprisionados tienden con fuerza hercúlea a recobrar su puesto y extensión naturales como un muelle aplastado tiende también a expansionarse. Si el átomo se desintegra o, lo que es lo mismo, se le rompe bruscamente, estalla con poder aterrador produciendo una cantidad enorme de energía. Pero, ¿cómo conseguirlo?

Si un niño se encuentra ante un árbol cargado de sezonadas y sabrosas frutas, un manzano, un peral, un naranjo, ¿qué hará para apoderarse de alguna? Para él es obvio. Si por estar muy altas no puede llegar por sí mismo, se valdrá de una caña con la cual «hasta las verdes caen», como reza el dicho popular, o acudirá al proyectil que tan diestramente saben manejar los de esa edad: una piedra. Pues eso precisamente hicieron los físicos, bombardearon, por primera vez, el nitrógeno con partículas alfa, lanzándolas contra él con la máxima velocidad, y como resultado obtuvo lo que él no había pensado: el núcleo del hidrógeno. Otra vez dirigió su haz de partículas a través del sodio y aparecieron otros núcleos del mismo elemento.

Pero sobre todo fue de eficacia y trascendencia suma la labor de OTTO HAHN en Alemania. En el año 1939 hizo estallar un núcleo de uranio bombardeándolo también. El átomo quedó fisionado o escindido en dos partes y fue grande su sorpresa al observar que cada una de ellas constituía otro elemento diferente:



He aquí los sueños alquimistas realizados. El día de hoy podemos transformar los elementos: el *uranio*, en bario y kriptón; el *nitrógeno*, en carbono o en oxígeno; el *berilio*, en helio; el *mercurio*, en oro...

el *bario* y el *crypton*: este último tenía 36 protones y 47 neutrones; aquél, 56 protones y 82 neutrones.

Examinemos detenidamente el caso:

El uranio es, como sabemos, un elemento muy pesado, con 92 protones y 146 neutrones. Sumemos los protones y veremos que salen exactamente 92. Pero cuidado con los neutrones: sólo aparecen 129; faltan, por tanto, 18. ¿Qué se ha hecho de ellos? Han sido liberados como sobrantes...

OTTO HAHN había descubierto la moderna alquimia y había dado al mismo tiempo un paso decisivo en el conocimiento de los secretos cuya resolución daría el fundamento de la bomba atómica. Estaba averiguando que el átomo de uranio podía desintegrarse, dejando libres, además, varios neutrones para que ellos mismos, sirviendo de proyectiles contra otros átomos, pudieran producir una reacción en cadena hasta transformar todo el uranio en *bario* y *crypton* con el desprendimiento de enormes cantidades de energía.

Fin

Nos imaginamos la impresión de los lectores al conocer las maravillas descritas: sorpresa, admiración, asombro...

¡Cuánta complejidad de partes en una brizna de ser de una mil millonésima parte de milímetro! ¡Cuánto orden en los movimientos trazados de sus órbitas! ¿Y será todo eso obra de la casualidad, del mero acaso, sin que haya intervenido una inteligencia ordenadora?

Confesemos que estuvo en lo cierto San Agustín al proferir la frase mencionada más arriba: «Dios es grande en las cosas grandes y máximo en las pequeñas».

Recordemos también las palabras del gran entomólogo FABRE: «Sin Dios nada comprendo; todo son tinieblas»; y, por fin, su último, enérgico y expresivo grito: «¡Me arrancarán la piel antes que mi creencia incommovible en Dios!»

VIII

LA BOMBA ATERRADORA

EL PRIMER ENSAYO EN «LOS ALAMOS». — LA CATASTROFE DE HIROSHIMA Y NAGASAKI. — EL SECRETO DE LA ENERGIA NUCLEAR. — MUNICIONES A GRANEL

Recojamos ante todo un interesante episodio plenamente histórico.

Eran unas semanas antes de la explosión de las bombas atómicas de Hiroshima y Nagasaki.

En *Los Alamos* se encuentra, como es sabido, el gran Laboratorio Norteamericano de Física Nuclear. En él trabajan intensamente muchos especialistas reunidos de varias naciones del mundo.

Conocían el poder energético inmenso que desarrollaba la desintegración del átomo y habían confeccionado una bomba que sería de estragos incalculables, pero que terminaría con la guerra. Por fin llegó el momento de la prueba.

El presidente del Comité, R. Oppenheimer, convocó a sus colaboradores para algo, sin duda, de importancia. «Por fin —dijo con voz emocionada— nos encontramos en condiciones de lanzar la primera bomba atómica. No nos cabe duda alguna de que nuestras teorías y cálculos han de ser eficaces, aunque ignoramos si en la práctica se desarrollarán según nuestras previsiones.

»Disponemos de una energía inmensa como jamás habíamos conocido. Existe, no obstante, una posibilidad que nos aterra, la posibilidad de que la reacción en cadena se propague a nuestro globo y la tierra se convierta en un sol ardiente a una temperatura de miles de grados de calor; es decir, en una inmensa bola de fuego.

»Ello sería el fin del mundo. Esperamos, no obstante, que no será así; tenemos fe en nuestras teorías, y si ellas no fallan, nada de ello ocurrirá, y el mundo podrá poseer un caudal inmenso de energía cuyas aplicaciones fantásticas apenas podemos vislumbrar.

»Mañana —añadió ansioso—, a las cuatro de la madrugada, será provocada la primera explosión atómica procurada por la acción del hombre...»

Podemos imaginarnos la impresión del momento.

Ni que decir tiene que ninguno de los físicos pudo dormir aquella noche. Un gran nerviosismo se apoderó de todos. Podían encontrarse en vísperas del fin catastrófico del mundo.

El gran ingenio bélico, tan ansiado pero también tan temido, estaba montado sobre una torre de acero en un lugar desértico, en el paraje llamado *Alamo Gordo*. Había varios puestos situados estratégicamente para la observación de los acontecimientos; el más cercano estaba unos diez kilómetros y en él los aparatos de control. A quince y medio se encontraban reunidos los científicos y algunos generales del ejército.

«El reloj —como dijeron— daba la sensación de hallarse parado»: tan lentamente avanzaba el tiempo en la ansiedad de todos.

Faltaban sólo unos segundos y se puso en marcha el mecanismo automático preparado y que realizó a maravilla todas las manipulaciones debidas sin intervención del hombre.

Segundos henchidos de emoción... Al doctor Oppenheimer y al general Farwell se les vio orando con los brazos en cruz...

Por fin llegó el momento: Toda la región en muchos kilómetros a la redonda se vio envuelta repentinamente en un resplandor nunca visto, superior al del mismo sol en su cenit. Una montaña distante de allí muchos kilómetros quedó tan fantásticamente iluminada que alguno llamó sobrenatural el esplendor. Poco después un ruido, una detonación espantosa y una ola de viento tan huracanado que levantó por los aires y lanzó lejos a los hombres que había en el control. Por fin empezó a levantarse una hirviente nube multicolor que ascendió a lo alto unos 20 kms. Las nubes de los alrededores desaparecieron y el viento disipó al fin la masa que aparecía ya de color gris.

Se había terminado el experimento. El resultado había sido magnífico y la conflagración universal no se había producido. Los efectos en las cercanías fueron terribles. La torre de acero sobre la que se elevaba la bomba había desaparecido y en su lugar podía contemplarse un inmenso cráter.

Los Estados Unidos habían empleado en la creación del ingenio destructor nada menos que dos mil millones de dólares, pero podían estar satisfechos. No había sido un derroche, sino el precio de la paz que pronto se pediría. Era, además, la posesión de un arma que si los hombres tuvieran seso habría terminado con las

guerras; la adquisición de una fuente de energía como no se había visto ni soñado jamás. Aprovechada para fines pacíficos, haría amanecer una nueva aurora para la humanidad.

Hiroshima y Nagasaki

Trasladémonos a estas dos ciudades del Japón.

Ellas fueron las dos primeras víctimas de las bombas atómicas y quiera Dios que sean las últimas.

Hiroshima contaba en aquellos días con una población de 350.000 habitantes. Era arsenal de pertrechos militares, y centro industrial considerable de artillería pesada, al mismo tiempo que puerto de embarque de tropas.

Magnífico objetivo militar para los bombarderos de los Estados Unidos.

Había capitulado ya Alemania y persistía la guerra sólo en el Imperio Nipón.

El aparato portador de la catástrofe apareció la mañana del 6 de agosto de 1945 sobre un horizonte y, sea que no estaban prevenidas las defensas, sea que no dieran importancia al aparato, lo cierto es que el *Enola Gay*, que así se llamaba la superfortaleza volante, no encontró obstáculo ninguno, ni fuego anti-aéreo, ni cazas enemigos, hasta encontrarse sobre la desgraciada ciudad. El mando del aparato lo formaban el coronel Tibbets, piloto, el capitán Parsons y el comandante Ferebec. Estos eran los únicos conocedores del objetivo del viaje y de la trascendencia del mismo; los demás nada sabían.

La mañana era deliciosa: el sol brillaba espléndido y allá abajo se veía claramente Hiroshima, que pronto iba a ser la ciudad del dolor.

A las 9.15 fue soltada la bomba, mientras el aparato portador de la misma huía a toda velocidad de lo que iba a ser, dentro de unos minutos, una visión del infierno. La bomba no descendió vertiginosamente, sino que un paracaídas le daba la pausa requerida para que el avión pudiera huir, como lo hacía, a marchas forzadas.

De pronto algo desconocido en la historia de los hombres: «Una luz cegadora —dijo el capitán Parsons— iluminó todo el horizonte en muchos kilómetros a la redonda».

Los mismos tripulantes del *Enola Gay* quedaron aterrados y sólo pudieron proferir, llevándose las manos a la frente, la exclamación de lo terrorífico: «Dios mío». Unos segundos después se levantaba una nube negra que cubrió una extensión de 15 kms.

¿Y la ciudad? Cuatro horas después del cataclismo, una nube negra la cubría aún y no dejaba ver la magnitud de los daños: pero eran horribles, catastróficos. Más del 60 por ciento de la misma estaba arrasada por completo y habían perecido de 150.000 a 200.000 personas. De los restantes sobrevivientes muchos estaban heridos de gravedad.

No era extraño tanto estrago. La bomba había sido de potencia cósmica, aterradora. Equivalía a 20.000 toneladas del explosivo más fuerte conocido, el T.N.T., el trinitrotolueno.

Un oficial japonés refiere que estaba en su habitación de un hotel y al oír el ruido de los motores del avión atacante se asomó a la ventana: «En aquel instante —dice— vi un esplendor que abarcaba todo el cielo y me cegó. Mantas y edredones arrastrados por un torbellino me cubrieron milagrosamente... Minutos más tarde salí a la calle: hallé heridos y cadáveres por todas partes, cuerpos calcinados. Las hojas de los árboles y el césped habían desaparecido o estaban lastimosamente chamuscados. De la inmensa ciudad quedaban pocos edificios en pie. La mayoría de los puentes habían quedado indemnes al parecer, pero luego se pudo comprobar que los tirantes de acero de la parte inferior se habían también desintegrado...»

El secreto de la energía nuclear

Al leer las páginas que preceden habrá pensado el lector, sin duda:

Pero, ¿qué hay en esa bomba para que tan terroríficos efectos produzca? ¿Qué secretos, o más aún, qué misterios encierra?

No hay misterio ninguno. Todas son fuerzas naturales, meras leyes de la naturaleza aprovechadas sabiamente por la inteligencia del hombre.

Ya llevamos visto en el capítulo anterior lo que es el átomo y los elementos que lo integran: un núcleo con diversas partículas; unas con carga eléctrica positiva, los protones, y otras sin ninguna, los llamados neutrones. Los protones, por su carga positiva no pueden estar juntos, pues las electricidades del mismo signo se repelen. El mantenerlas unidas en un mismo núcleo y no permitir que se disocien y estallen es obra de los neutrones. Ellos son los que ponen paz y concordia entre aquella gente díscola y levantisca al modo de los «mansos» en las ganaderías de toros bravos.

¿Cómo lo hacen? Contentémonos con saber el hecho; la explicación, o mejor dicho, la razón de ello no se sabe todavía. De una manera misteriosa, pero real y evidente.

Aunque trabadas entre sí las referidas partículas, siempre están como en estado de protesta. Se ven, más que unidas amigablemente, subyugadas por la fuerza, aplastadas bajo otra mayor y siempre dispuestas a saltar al primer instante propicio. Es el caso de los muelles: tomamos uno y lo aplastamos cuanto nos es posible: él cede porque la fuerza de nuestra mano es superior y no tiene más remedio que rendirse; pero conserva su entereza, su reluctancia a estar así. Aun aplastado tiende a re-surgir. Si quitáis la mano irrumpirá inmediatamente de nuevo y recobrará su estado primitivo con el vigor de antes.

Las energías que mantienen a las partículas del núcleo atómico para que no salten han de ser potentísimas.

La necesaria —dice Fritz Kahn— para soldar a tantos y tan rebeldes protones como los de un núcleo de hierro, por ejemplo, con 26, es tan extraordinaria que hace falta una presión de 7×10^{18} atmósferas, esto es, el 1 seguido de 18 ceros y una temperatura de 8.000 millones de grados de calor.

Pues bien; volvemos a repetir. Cuando desaparece la fuerza hercúlea que los oprime, al romperse o desintegrarse el átomo, todos los protones y neutrones saltan como rayos produciendo una cantidad inmensa de energía: la energía radiante de la bomba atómica de poder incalculable.

Municiones a granel

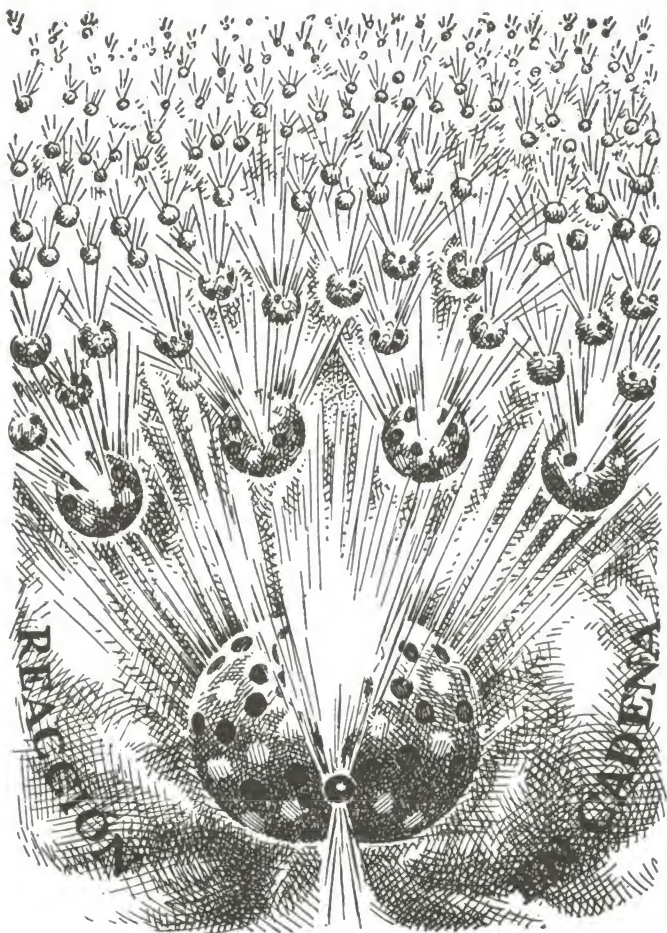
Para hacer estallar los núcleos se valen los físicos del bombardeo.

¿Con qué y cómo?

Se prevé que ha de ser empresa ardua. Hacer explotar no una ni dos de esas infinitésimas partículas, sino millones y cuatrillones como se requiere para el caso, aparece a nuestros ojos como algo irrealizable, como una obra de magia. Para derribar una fortaleza, un castillo, se le bombardea con obuses o granadas hasta terminar con él: Pero, ¿qué proyectiles emplearemos aquí? No hay que pensar en cañones ni en obuses para seres tan diminutos. Sería arrojar balas de grueso calibre contra un microbio: además, fueran necesarios para ello infinitos millones de proyectiles y que todos dieran en el blanco simultáneamente, porque en esta materia, como en ninguna otra, vale el adagio de que «en la unión está la fuerza...»

El ingenio del hombre es indomable y ha discurrido el medio: ¿Sabes cuál es, amable lector?...

Pues valerse como de proyectiles de esos mismos elementos ya descritos: los electrones, los protones, los neutrones...: unos



El dibujo intenta representar de algún modo el fenómeno de la reacción en cadena. Casi instantáneamente pueden estallar trillones de átomos bombardeados por los neutrones liberados en las explosiones de sus respectivos vecinos, a pesar de que no son más que dos o tres los neutrones de cada átomo los que actúan de proyectiles

contra otros: *pares cum paribus*. Así puede disponerse de municiones en abundancia y tantas como se precisen.

Se comenzó por las partículas X...; después se ensayaron los protones y los neutrones. Los protones ofrecían dificultades, pues teniendo carga eléctrica positiva, al lanzarlos contra los núcleos se notó que eran repelidos. Los neutrones fueron los proyectiles ideales: ellos seguirían su camino sin ser desviados y harían sus impactos con seguridad.

Después se buscaron los elementos más aptos para ser bombardeados: Naturalmente que los de mayor peso atómico, henchidos de neutrones y protones, debían de ser los más a propósito. Estos eran los últimos de la escala y a ellos se acudió con preferencia; después de muchos ensayos se optó por el *uranio* en uno de sus isótopos y el *plutonio*. Con el uranio se fabricó la bomba de Hiroshima y con plutonio la de Nagasaki.

Pero acordémonos de nuevo de la gran dificultad.

Las partículas que integran el núcleo de los átomos no sólo son pequeñísimas en volumen, sino de una dureza a toda prueba: mil veces más duras que el mejor de los aceros. Además, están soldadas y trabadas tan perfectamente entre sí que el separar unas de otras supone una fuerza hercúlea. A este respecto se ha calculado que, si fuera posible alinearlas a todas, guardando las mismas fuerzas que las mantienen unidas entre sí, de modo que se formara con ellas un hilo del grosor de un cabello, podría éste mantener suspendidas en el aire más de cien pesadas locomotoras sin romperse.

¿Cómo es posible, pues, que un neutrón pueda realizar obra tan costosa?

Otra vez el ingenio del hombre.

Sábase por la Física que la energía que despliega un proyectil aumenta según el cuadrado de su velocidad. Cuando un auto duplica la marcha, su energía se cuadruplica. Si aquella se hace tres veces mayor se necesita nueve veces más fuerza para detener el vehículo. Una bomba aérea de una tonelada de peso choca contra un obstáculo con la misma fuerza que un tren expreso de 20 x 20 toneladas a toda velocidad, pues la de aquella, descendida por el aire, es veinte veces mayor.

En una palabra: lo que falta de masa a los proyectiles lo suple la aceleración con que se emiten.

He aquí, pues, el modo práctico de resolver el problema: imprimiendo a los proyectiles, aunque pequeños, la máxima velocidad. Esta se ha podido conseguir enorme por medio de un aparato ideado expresamente para el efecto y llamado *ciclotrón*,

con el que se llegan a obtener velocidades de 100.000 kms. y aun a veces cercanas a las de la luz...

No es extraño, por tanto, que el impacto sea formidable y que el neutrón lanzado rompa en pedazos el núcleo atómico y lance a su vez el neutrón de choque a una velocidad fulmínea contra los núcleos vecinos, produciendo así otros choques en cadena y a una progresión fantástica. En 90 millonésimas de segundo se fisionan más de mil trillones de átomos.

El estampido de la explosión es enorme y la energía desarrollada, inmensa.

¡Digna exhibición de la obra de Dios escondida y exponente de gloria para la inteligencia del hombre que ha sabido detectarla!

BIOLOGIA Y FISIOLOGIA

IX

UN MUNDO MICROSCOPICO

DESCUBRIMIENTO CASUAL DE ESTE NUEVO MUNDO. — SU EXPLORACION Y CONQUISTA. — I. LOS MORADORES DE LAS AGUAS ESTANCADAS: FLAGELADOS, CILIADOS, PARAMECIOS, AMEBAS... II. LOS HUESPEDES DEL OCEANO: NOCTILUCAS, FORAMINIFEROS, RADIOLARIOS, BRIOZOOS, CORALES... III. ASESINOS DE HOMBRES: MICROBIOS PATOGENOS: COCOS, BACILOS, ESPIRILOS, BRIONES... VIRUS. — EL PROBLEMA SUPRAMACROSCOPICO DE LA VIDA.

Trasladémonos al año 1661 para alcanzar las primicias de un gran hallazgo.

El favorecido por la fortuna es en esta ocasión un humilde empleado del ayuntamiento de Delft, pequeña ciudad holandesa, y se llama Alfredo Van Leuwenhoeck. Ha hecho él mismo un notable microscopio y emplea sus ratos de ocio en mirar a través de él cuantos objetos puedan interesarle.

Es un día lluvioso, y se ven gotas de agua sobre los vidrios de su ventana... El holandés los enfoca, lleno de curiosidad, su microscopio, y, ¡cosa extraña!: el agua, tan cristalina y transparente, dechado de pureza y diafanidad, aparece ahora, ante sus ojos, con ciertos diminutos «animalillos», como él los llama.

¿Será posible?; mira y vuelve a mirar asombrado, pero no hay duda; los «animalillos» se mueven y se agitan y se persiguen en la gota de agua como los peces en el océano...

Había aparecido casualmente un nuevo mundo, más maravilloso aún que el que un siglo antes descubriera el genio de Colón, tras las brumas del Atlántico... Era el mundo en verdad microscópico, el mundo de lo infinitamente pequeño, el mundo de los microbios.

Exploración y conquista

Después del descubrimiento de América, siguióse, como es sabido, el período de las exploraciones y conquistas; aún recordamos con emoción los nombres de Hernán Cortés, de Pizarro, de Ponce de León, de Valdivia, de Vasco Núñez de Balboa, de Grijalma, Magallanes y Legazpi; héroes legendarios y de inmortal memoria...

El mundo de los microbios ha tenido también sus exploradores: ellos constituyen todo un ejército de honor, de técnicos y de sabios; pero sus valiosas conquistas se gestan sin explosiones de pólvora y sin efusión de sangre... El campo de batalla es el augusto silencio de los laboratorios y en vez del cañón se maneja el microscopio...

Dos palabras sobre este trascendental invento.

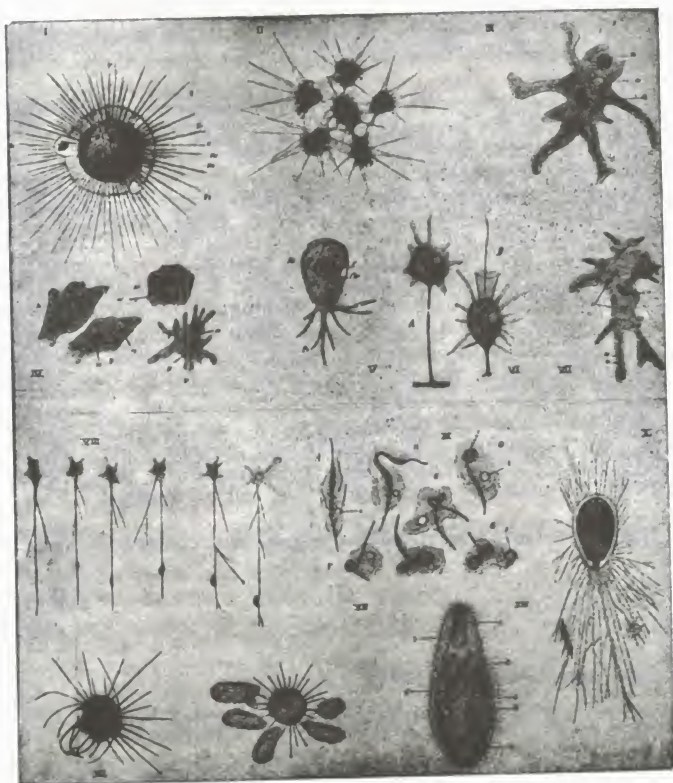
El microscopio es, como se sabe, el aparato óptico destinado, como lo indica el mismo nombre, a observar los objetos que por la pequeñez extrema de sus dimensiones no pueden impresionar la humana retina. El primero de importancia de que se tiene noticia fue el ya mencionado de Van Leuwenhoeck construido por él mismo en 1660. No tenía nada más que 150 aumentos, pero estaba dado el gran paso. El invento iría transformándose en el transcurso de los años hasta llegar a los resultados que asombran del día de hoy...

En 1824, o sea dos siglos más tarde, lograba perfeccionarlo notablemente el físico inglés Jakson Lister, sirviéndole de base el fenómeno de la refracción de la luz. Hace unos lustros se llegó a la construcción del *ultramicroscopio* utilizando los rayos ultravioleta, y más modernamente a la del microscopio «*electrónico*»... Era la última palabra de la ciencia y su poder amplificador alcanzaba, como el construido por la casa «Philips», los 150.000 aumentos. El microscopio electrónico permite la anatomía interna de los microbios, incluso de algunos *virus*, los cuales, por ser más pequeños que la longitud de las ondas luminosas más cortas, no son captados por los microscopios ópticos.

Más recientemente aún se dispone del microscopio «*protónico*» con más potencia amplificadora que el electrónico: 600.000 veces el tamaño natural.

Podemos, pues, afirmar nuestro optimismo.

El microscopio es un invento sublime, tanto o más que su afín el telescopio. A él se deben los grandes descubrimientos modernos en el campo de la Medicina, de la Historia Natural, de la Biología... El nos ha revelado la misteriosa urdimbre de



LOS INQUILINOS DE UNA GOTA DE AGUA

Todas las figuras de esta lámina, por extrañas que parezcan, son de verdaderos seres vivientes cuyos cuerpos imperceptibles los ha aumentado miles de veces el microscopio

los seres vivos, el mundo de las células que son las moléculas de la materia organizada, los glóbulos de la sangre, los gérmenes de las enfermedades humanas y aun la estructura íntima de la materia.

El telescopio es el ojo potente que contempla lo infinitamente grande; el microscopio lo infinitamente pequeño...

¿A cuál de los dos adjudicamos la palma?

No lo extrañe el lector.

El campo explorado por el telescopio, el mundo sidéreo, es ciertamente inconmensurable y ante él queda atónita nuestra mente sobrecogida por el vértigo de la grandeza cósmica y dinámica... El del microscopio, por el contrario, es de minúsculas proporciones. Aquél se mide por años de luz, éste por milésimas de milímetro... No obstante, el mundo del microscopio es incomparablemente más perfecto y digno de nuestra atención que el telescópico. Es un mundo integrado por trillones de seres monocelulares, pero tan perfectos en su maravillosa simplicidad como el más perfecto organismo humano. Es un mundo que vive, que crece, que se repara a sí mismo, que se nutre, se multiplica increíblemente... Un mundo más numeroso quizá que el de los astros... Que todo lo llena y lo invade: el aire, el agua, la tierra, los animales y las plantas y el mismo hombre...

Entremos en él con curiosidad y más aún, con terror sagrado.

Extendamos

una gota de agua estancada

sobre el portaobjetos del microscopio y observemos.

¡Qué espectáculo!

Dijérase que nos encontramos ante un campo de experimentación de diminutos polichinelas... La vida vibra y se agita por todas partes...

Por allí viene uno a marchas forzadas hacia nosotros; está provisto de cola cual si fuera un pequeñísimo renacuajo y de ella, movida vertiginosamente, se vale para avanzar... Es de la clase llamada de los *flagelados* que cuenta innúmeras especies. Una de las más notables la constituye la denominada *euglena*, tan abundante a veces en las aguas estancadas que llega a comunicarles el tinte intenso verdoso que las caracteriza. Para caminar se vale, como queda indicado, de su flagelo, pero es curioso observar cómo toda ella se agita con un movimiento



Diferentes especies de microorganismos que viven en las aguas dulces. Muy aumentados

rápido rotatorio que recuerda el de la hélice de los barcos. Este movimiento produce en el agua un diminuto remolino que tiene precisamente por vértice la boca del microbio, a la cual por tan curiosa manera van a parar las partículas alimenticias de que se nutre...

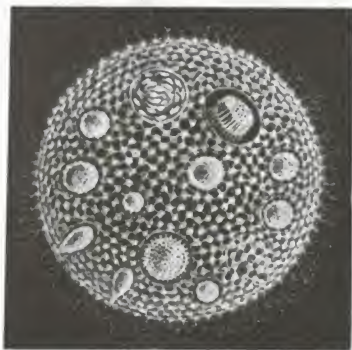
Otra variedad, notabilísima también, es la del *volvox globator*. Aparece, en efecto, como un diminuto globo en miniatura que gira y voltea sin cesar sobre sí mismo como una noria. Su ta-

maño es el ya regular en esta clase de seres, de cerca de medio milímetro de diámetro, pero no vayamos a creer que es un solo microbio el que allí interviene; es toda una colonia numerosa que trabaja afanosamente para ganarse la vida.

La noria o globo en cuestión, bien examinado con el microscopio, resulta ser una esfera hueca y transparente formada por un gran número de puntitos verdes unidos entre sí por delicada malla de hilos imperceptibles y provistos cada uno de ellos de su correspondiente flagelo. Los puntos verdes son los diversos individuos de la colonia y el movimiento de la noria, con el que atrae hacia sí el alimento, lo producen los flagelos de todos batiendo el agua al compás.

Es un ejemplo notable de sociedad, y al mismo tiempo de industria y de honradez en el común trabajo.

Omitimos por brevedad las restantes especies: los *ciliados*, los *paramecios* con sus múltiples variedades de *trompetillas*, *vorticelas*, microbios *barril* y *cisne*, etc., y pasamos a los más sencillos de todos, pero quizá los más típicos e interesantes para nosotros.



Colonia de Volvox

Las amebas

Su figura nada tiene de parecido con ninguno de los seres de nuestro mundo superior; incluso, nos costaría tenerlas por vivientes si no fuera porque vemos sus movimientos.

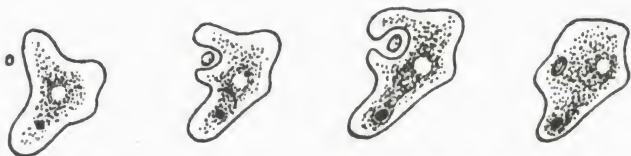
Imagínese el lector una gotita insignificante, un grumo microscópico de materia gelatinosa, semifluida, más pequeña que la puntita de un pequeño alfiler: diríase que es una burbuja imperceptible de agua un poco más densa que la restante...

Pero no es eso lo extraño.

Hemos oído hablar del famoso Proteo de la fábula. Se dice de él que tenía la notable virtud de cambiar radicalmente de figura cuando le convenía para despistar a sus enemigos. Pues esta cualidad es ordinaria en la ameba.

Generalmente aparece en forma más o menos redondeada, esférica: es una diminuta isla en el océano de una gota de

agua; pero de repente, vemos que empieza a deformarse; a la isla le sale por uno de los lados, algo así como un promontorio; éste se alarga por momentos hasta convertirse en un brazo interminable: quizá por otro lado y por otro acaece lo mismo, de modo que la redonda isla se ha convertido en accidentada,



Diversas posiciones de una ameba capturando e ingiriendo una partícula comestible

con más entrantes y salientes y rías que las costas de Galicia. Los brazos o pies mencionados se llaman *pseudópodos*.

A las veces avanza decidido el pseudópodo hacia adelante; la masa toda entra en circulación y afluye a él: la ameba ha realizado así un movimiento; se ha trasladado de lugar: la forma de locomoción no es muy rápida que digamos, pero es segura; de esta manera puede trasladarse en cualquier dirección; le basta dirigir hacia ella un brazo e irse tras él...

¿Comen las amebas?

Naturalmente; sin alimento no se puede vivir. Y lo que es más notable: las amebas comen, algunas son tremendas glotonas, sin tener boca ni estómago ni cosa que lo parezca.

No es una broma. Al examinarse microscópicamente su diminuto cuerpecillo no se percibe en él más que una masa homogénea, el ya mencionado grumito transparente y semifluido de gelatina, pero no importa: así como se mueve sin tener pies, pero fabrica en el momento oportuno cuantos quiere, así hará también respecto a la necesidad más ineludible de la vida: no tiene boca ni estómago, pero puede fabricar al instante cuantos desee.

Veamos el fenómeno curioso.

Imaginemos que en uno de sus paseos a través de la gota de agua encuentra en el camino una presa de su agrado: una partícula comestible, una diminuta alga, u otro microbio más

frágil que ella. La ameba está de enhorabuena: tiene preparado su banquete. No sabemos cómo ha advertido su presencia, pues tampoco tiene ojos ni narices, pero el hecho es que lo percibe. En seguida lanza hacia él sigilosamente uno de sus brazos; la rodea doblándose en forma de bahía. Por fin, se cierra y coge dentro al microbio; el recinto se estrecha hasta aprisionarlo y estrujarlo; las partes contiguas a la presa se convierten entonces en estómago y en un instante lo liquidan.

Pero la caza tiene también sus azares: «las cañas», a veces, «se vuelven lanzas». Hay víctimas que no se resignan fácilmente a serlo. Tienen sus armas de defensa y las utilizan a maravilla. Se ha visto algún *paramecio* defenderse denodadamente lanzando a su perseguidora toda una nube de dardos; son las llamadas *triquitas*, verdaderas flechas en miniatura. La batalla se decide por el más fuerte o más astuto. La ameba es terrible cazadora y no es raro el caso en que se la ha encontrado apresando y digiriendo varios paramecios a la vez.

La muerte

Ya dijimos que la ameba vive, como los otros microbios enumerados, en las aguas estancadas o en el cieno.

¿Qué sucede cuando el agua se evapora? Se dirá naturalmente que la ameba perece. No obstante, no es ello así, por lo general: sigue viviendo; sólo que al darse cuenta de su triste situación se acomoda a ella. Recoge sus pseudópodos y toma forma esférica: la superficie exterior se endurece notablemente y crea una envoltura protectora llamada quiste. Así permanecerá inactiva en espera de mejores tiempos; el aire se encarga de llevarla de un sitio a otro hasta dejarla en otra charca o cenagal, en donde encontrará de nuevo los medios adecuados a su vida. Si éstos vienen, la envoltura externa se rompe y se reanudan las habituales ocupaciones.

¿Quién hubiera de pensarlo?

Para matar una ameba es necesario, muchas veces, recurrir a medios heroicos tales como la acción del sublimado corrosivo, del alcohol, ácidos fuertes, o la descarga eléctrica.

LOS HUESPEDES DEL OCEANO

Noctilucas

No sé si el lector habrá podido contemplar por sí mismo el notable fenómeno que se ofrece en algunas noches tranquilas y calurosas en las costas atlánticas de muchos sitios.

La superficie marina toma con frecuencia un intenso brillo fosforescente y su espuma semeja nieve luminosa. El espectáculo es más sorprendente aún en los mares tropicales; allí aparecen en ciertas circunstancias como inflamadas las olas y las mismas gotas de espuma que se levantan al chocar las aguas contra las rocas o contra el costado de los barcos, diríase que son chispas que saltaran de una rueda de fuegos artificiales.

¿Qué pasa en esas aguas?

¿A qué se deben efectos tan sorprendentes?

He aquí lo que nos ha revelado también el microscopio.

Toda esa obra luminosa de fantástica fosforescencia es debida a la presencia en sus aguas de millones de microbios, las «noctilucas», a las que pudiéramos asimismo apellidar con el nombre de «luciérnagas marinas».

Una cucharada de agua saturada de estos microbios y encerrada en una botella puede dar claridad bastante, si se la agita, para consultar el reloj a medianoche.

Foraminíferos

Nueva sorpresa del microscopio.

Tome el lector una lámina de piedra caliza y examínela con el aparato referido.

Quizá no lo hubiera sospechado nunca.

Se encontrará con que toda ella no es más que un fino conglomerado de infinitas conchas diminutas cual si fueran pequeñísimos caracoles...

Se distinguen en ellos las más diversas formas: unos presentan el aspecto de esferillas cribadas materialmente de agujeros, colocados en perfecta simetría; otras, de tubos oblongos y en espiral; otras, de discos...

Esos son los foraminíferos de que hablamos o mejor, sus conchas o caparazones, pues ellos ya hace millones de años que perecieron.

Gran parte de la piedra que empleamos en la construcción de nuestras casas o monumentos no es más que restos de dichos animales. Son tan pequeños que 150 de ellos, puestos al lado los unos de los otros, llegarían a un milímetro de longitud... Se ha calculado que en un centímetro cúbico hay restos de 2.000 foraminíferos, lo que supone para un metro cúbico 2.000 millones de los mismos.

Uno de los foraminíferos más notables es el llamado *nunmu-*

lites: él es el que forma la piedra con que se construyeron las famosas pirámides de Egipto. El mayor de estos monumentos mide 137 m. de altura y 54.399 m. cuadrados de base. ¿Cuántos millones de millones de *nummulites* habrá entrado en ellos? Calcúlelo el curioso lector y verá que las cifras astronómicas del mundo infinitamente grande se encuentran mayores aún en el diminuto de los microbios.

¿Cómo han venido a juntarse tantos foraminíferos para haber podido formar rocas y montañas?

Retrocedamos a los tiempos geológicos de la Era secundaria.

La configuración de nuestro planeta era bastante diferente de la actual, pues muchos de los terrenos y montañas y aun continentes ahora descubiertos y habitados estaban sumergidos bajo las aguas de los mares. Gran parte del océano se veía ocupada

por la famosa Atlántida y, en cambio, extensísimas regiones de la actual Europa yacían bajo las olas.

La temperatura era benigna y de más de 20° por término medio. Todo se prestaba, pues, a la expansión exuberante de la vida, máxime en las especies inferiores.

Los foraminíferos alcanzaron entonces su apogeo; se llenaron de ellos los mares y los grandes ríos y vivían unos en las costas, otros en alta mar; unos flotando en la superficie o entre dos aguas, otros en las inmensas profundidades.



Lámina de piedra caliza,
vista al microscopio

Al morir iban sus diminutos cuerpecillos cayendo al fondo; la parte blanda se consumió rápidamente, pero quedaba intacta la concha o caparazón que iba depositándose y formando espesas capas, aumentadas sin cesar en el transcurso de los siglos... Llegaron los grandes trastornos geológicos que transformaron la superficie de la tierra, y los mares fueron retirándose hasta la extensión y forma que ahora presentan; muchos de aquellos depósitos calizos o capas de conchas quedaron al descubierto;

eran en algunos sitios verdaderas montañas y constituyen las *rocas calcáreas* de nuestros tiempos.

El material más abundante en ellas es la creta o tiza, por lo que, al período geológico en que mayormente se formaron, se le intitula con el nombre de *cretáceo*.

Radiolarios, briozoos, corales

El mar ha sido considerado siempre como el gran receptáculo de la vida, y no hay que decir que en su seno se dan cita las más numerosas y raras especies de protozoarios.

Nos vemos precisados a omitirlas por falta de espacio, pero imposible dejar de hacer mención siquiera de los nombrados en el epígrafe. Ellos realizan verdaderas obras y primores de arte, maravillas encantadas de las más notables de la naturaleza: algunas podrían figurar incluso en exposiciones de orfebrería y de proyectos de monumentos arquitectónicos.

Los *radiolarios* son protozoos monocelulares recubiertos de concha o caparazón como los foraminíferos, pero sílfceo y de notable belleza y simetría. Los *briozoos*, por lo general, son monocelulares también, aunque algunas especies se presentan ya de regular tamaño; viven agrupados en colonias, yuxtaponiendo las moradas de los unos a los otros y formando los más caprichosos y elegantes dibujos. Los *corales*, son agrupaciones calizas, constituidas por amontonamientos de viviendas de pólipos coralinos y zoofitos de distintos órdenes en general metazoarios. Las *madréporas*, que así se llaman sus colonias, forman a veces verdaderas islas, montículos o arrecifes, y su colorido, que unas veces es blanco y otras rojo, otras negro intenso, se distingue siempre por su brillantez y pureza.

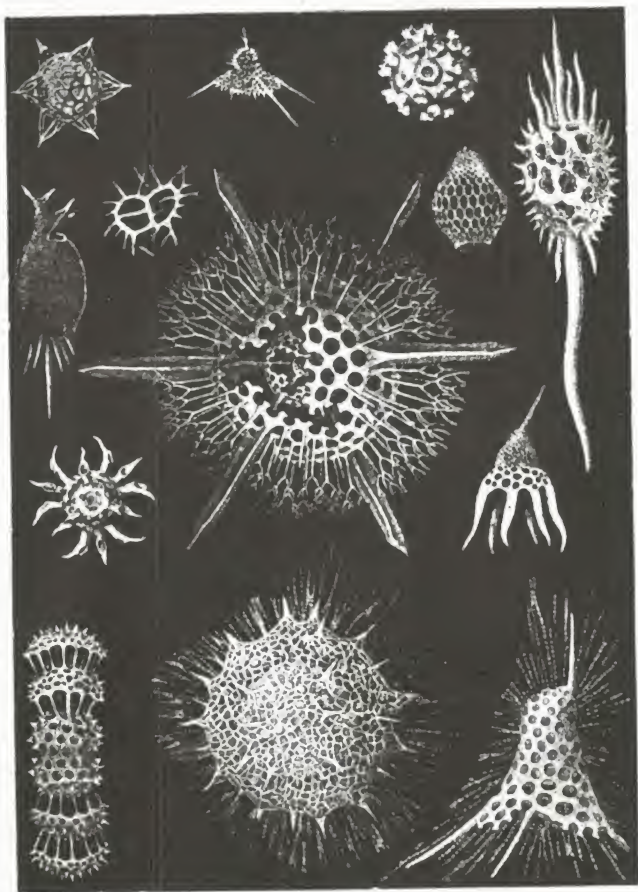
Creemos que nada más práctico para que el lector pueda darse cuenta de los prodigios de arte realizados por tan diminutos animalillos en la construcción de sus viviendas y ciudades, que invitarle a contemplar por sí mismo las láminas XIII y XIV.

Los dibujos de la *primera*, la de los radiolarios, semejan monumentos arquitectónicos en miniatura, o motivos de decoración de finura y elegancia sorprendentes. La estrella del centro es algo tan estilizado y bello que se tendría por un encaje finísimo de piedra... Siguen arabescos de fantasía, que dejarían atrás a los de la Alhambra; bordados, blondas, puntillas, torres de marfil, de calados inverosímiles, ánforas de estilo griego, linternas chinescas, alfileteros, doseles, cruces de filigrana.

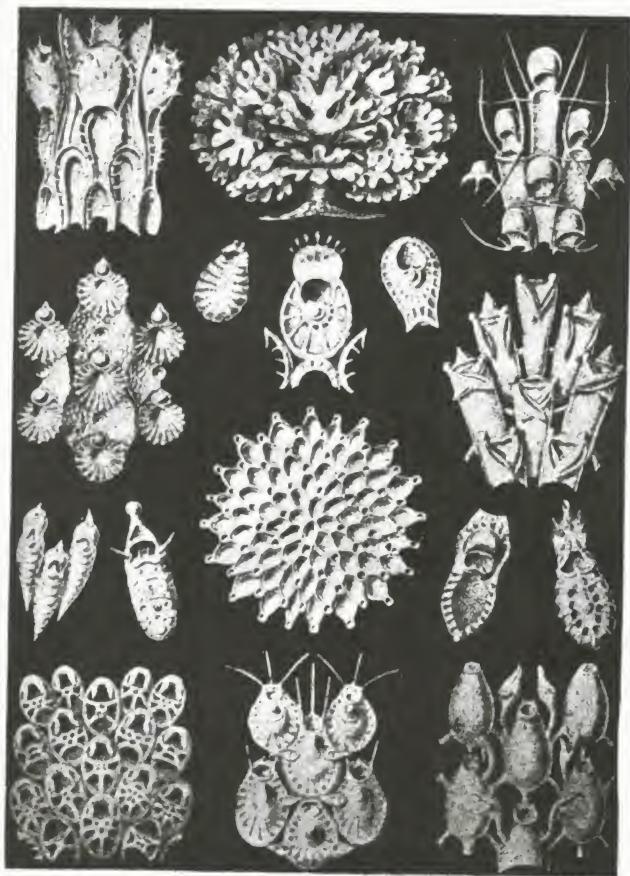


Diferentes formas de corales

A la *segunda* (briozoos), pertenecen relieves más complicados: forman un conjunto notable de elementos decorativos de estilos muy diversos. El rosetón del medio puede competir con los de nuestras góticas catedrales, en la finura, complejidad y elegancia de sus líneas; otros semejan jarrones artísticos de



DIVERSAS FORMAS DE RADIOLARIOS



BRIOZOOS

flores, otros conchas nacaradas, otros festones y guirnaldas...

Finalmente, en la página 128, se aprecian las airosas plumas de los corales, que podrían servir de penacho en la cimera de héroes legendarios; abanicos, árboles y arbustos de floraciones exóticas, dijes y peines de capricho.

En fin, aconsejamos a los artistas y técnicos que se asomen también ellos, de cuando en cuando, a las maravillas del microscopio, en la seguridad de que encontrarán infinitos matices decorativos, en que quizá nunca había soñado su fantasía... ¡Y, cosa notable: los artistas y arquitectos han sido aquí los mismos protozoos, seres excepcionalmente pequeños, sin vista, sin inteligencia! ¿Cómo han realizado el prodigio? ¿Quién los ha orientado y dirigido?

ASESINOS DE HOMBRES

Pasamos de la contemplación estética del arte al estruendo y crueldad de la guerra.

¿Pero es posible?

¿Los microbios en armas, y armas contra el hombre, rey de la Creación?

Pues ésa es la triste realidad, aunque parezca extraño.

Hay, ciertamente, muchos que son inocuos; a otros hasta podríamos llamarles aliados, amigos y bienhechores del hombre, pero son no pocos los que se nos declaran hostiles y aun enemigos mortales.

Ni los cañones tronantes, ni las ametralladoras con su fuego barrido, ni todas las guerras juntas devoradoras de hombres, aunque las supongamos armadas de la bomba atómica, han causado, ni causarán tantos estragos en la Humanidad como ellos.

¡Qué verdadero es el refrán de que no hay enemigo pequeño! Porque nótese bien.

Los microbios en cuestión, los llamados en términos de Medicina, *patógenos*, son los más insignificantes de todos. Para los microbios en general, se ha tenido que recurrir a medidas especiales: ni el metro, ni el centímetro siquiera, tienen en ellos aplicación posible. Su medida es la micra, esto es, la milésima de milímetro, y muchos de ellos no llegan a ella quedándose en la mitad, en la décima, en la vigésima parte de la micra. Muchos extreman tanto su pequeñez, que atravesando los poros de los filtros de porcelana, pasan por ellos desahogadamente, diríamos que como Pedro por su calle.

Laboratorios y sabios

¿Quién fue el descubridor de los microbios?

Ya queda expuesto más arriba, que al empleado holandés cupo la suerte de asomarse el primero al mundo microbiano. *Leuwenhoeck*, sin embargo, no poseía los suficientes conocimientos biológicos que pudieran permitirle avanzar en la ruta descubierta y que tanto debía immortalizar y hacer trascendente para la humanidad: el microscopio.

Para plantear bien este problema vital humano y llegar a los descubrimientos modernos, había de transcurrir un largo lapso de tiempo, y mediar esfuerzos inauditos de sabios incansables. Ellos han sido los grandes estrategias, los que desde el secreto de los laboratorios han dirigido y ganado la más tremenda y proficua batalla humana que pudieron desarrollar los hombres.

El primero en seguir su pista fue *Pasteur*. Ya en 1889 se dio a estudiar metódicamente el problema y sus descubrimientos fueron por demás fecundos y, sobre todo, orientadores. Gracias al suero inventado por él se hizo evitable y curable la rabia, espantoso desastre humano, debido al virus que lleva su nombre.

Al morir *Pasteur*, sus discípulos ampliaron y perfeccionaron su obra: especialmente el más genial de ellos *Roux*, creador de la escuela francesa de bacteriología.

Casi al mismo tiempo, descubrió *Koch*, en Alemania, el terrible bacilo de la tisis, que tan innumerables víctimas ha causado a la mísera humanidad; con ello creaba la Bacteriología alemana. Después de él, surgió la serie de grandes estrategias germanos, que hizo a aquella nación más notable aún en la guerra contra los microbios que en la de los hombres.

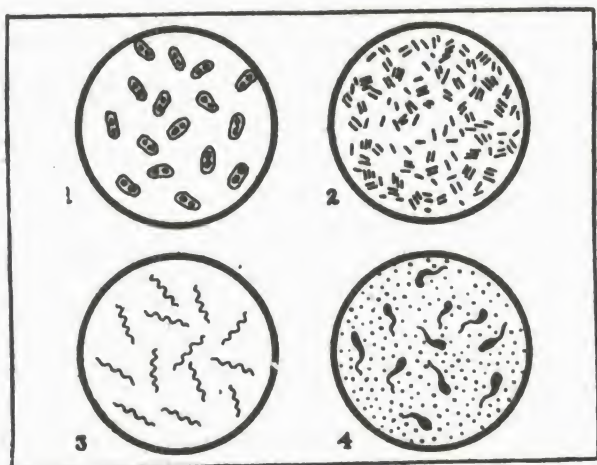
De ella salió *Behring*, el que halló el microbio causante de la difteria, y la vacuna que evita su labor infanticida. Por ello, recibió el honorífico y simpático título de bienhechor de los niños. No menos afortunado descubrió *Ebert* el microbio del tifus, el terrible bacilo perforador de los intestinos, mientras *Hansen* hallaba el de la lepra, y *Ehrlich* creaba la Inmunología y Epidemiología, grandes conquistas humanas.

En España se distinguieron Ferrán, inventor de la vacuna contra el microbio del cólera, y varios otros.

División y nomenclatura

Los microbios patógenos se dividen por su forma en *cocos*, *bacilos*, *espirilos* y *vibriones*.

Los *cocos*, de forma casi esférica, son los microbios causantes de las pulmonías, bronconeumonías, etc. Los *bacilos* presen-



Diferentes formas de microbios patógenos
1. Cocos. — 2. Bacilos. — 3. Espirilos. — 4. Vibriones

tan la forma típica de bastoncillos: son los más abundantes en especies y todas ellas de horrible catadura; además de los arriba mencionados, del tifus y la tisis, los del carbunco, del tétanos, de la difteria, escarlatina, fiebres de Malta y paludismo. Los *espirilos* aparecen en forma de barrena o espiral: a ellos pertenecen los de la sífilis, fiebres recurrentes, etc. Y los *vibriones* que semejan una coma ortográfica; su representante más genuino es el del cólera, el más formidable azote de la humanidad...

Finalmente, los *virus*. Son tan notablemente diminutos que, como queda ya dicho, muchos de ellos apenas han podido ser observados aún con los más potentes microscopios. Son los causantes de la varicela, sarampión, tracoma, viruela, encefalitis, herpes, gripe y rabia...

Invasión microbiana

Es natural que para su obra demoledora necesiten los microbios apoderarse antes del cuerpo humano. ¿Cómo lo consiguen? Conjeturamos que no debe ser empresa muy difícil para seres tan diminutos.

Mucho puede la profilaxis, la higiene, las buenas condiciones sanitarias, pero una precaución completa es del todo imposible. ¿Quién pondrá puertas al campo?

El protozoo puede entrar en el organismo por mil resquicios que siempre se le abren: por la respiración, por las bebidas y manjares ingeridos, por las heridas en la piel, por el simple contacto...

Imaginémoslo ya dentro...

¿Qué sucede? Quizás el intruso, una vez forzada la puerta, quede destruido en el interior, al poco de su llegada, por el metabolismo y defensas del cuerpo; quizá los glóbulos blancos, aduaneros y guardas vigilantes del territorio nacional, lo liquidan.

Si es así, nada de particular ha sucedido, pero, si por desgracia ha logrado escapar indemne, ¡ah!, entonces el caso es de pronóstico.

Con paso cauteloso avanza el malhechor hacia adelante y procura alcanzar el órgano de su preferencia: el bacilo de Koch se localiza en los pulmones, el de las fiebres maltesas en el plasma líquido de la sangre, el del paludismo en los hematíes...

Si las condiciones no le son muy favorables, o el organismo le ofrece resistencia, allí queda como estacionado, inactivo, esperando tiempos mejores. Pero viene un día aciago; un leve enfriamiento, un catarro, una ligera desnutrición, un traumatismo quizá sin importancia, deja al cuerpo debilitado y sin defensa... Inmediatamente entran en acción los instintos sangüinarios del microbio. El que hasta entonces había sido inofensivo, se convierte en auténtico criminal. El grito de guerra resuena pavoroso; como por ensalmo aparecen huestes innumerables; diríamos que su recluta es obra de encantamiento... Todo se ha debido a la proliferación inaudita de los primeros.

Se ha calculado que la ameba de la disentería puede dar origen a 28 millones de individuos en un solo mes... Se reproducen por meras divisiones. El protoplasma celular se parte, dando así origen a dos; de estos dos, por división también, nacen cuatro, y así en progresión estrictamente geométrica. Muy pocos

minutos bastan para nuevas segmentaciones. El ejército crece así hasta el espanto.

Millones de enemigos vienen de refresco, en oleadas continuas. No hay remedio posible.

Está echada la suerte. La víctima tiene que perecer...

Los microbios no pueden gloriarse de su innoble tarea, pero pueden cantar victoria, al lograr derribar a un enemigo, que es, tal vez, trillones de veces más corpulento que él. La unión y... el número, hacen la fuerza.

Problema supramaquinal

Hagamos ya punto final.

¿Qué efecto ha producido al lector el examen de las maravillas expuestas? Sin duda que de admiración y de asombro. Creemos que no tendrá reparo en afirmar las palabras del epígrafe: «Dios, grande en las cosas grandes y máximo en las mínimas.»

¡Qué orden, qué sabia finalidad en todo, qué perfección y ciencia tan consumada en la estructura e instintos de los microbios, a pesar de la pequeñez de sus dimensiones!...

Recapacítese una vez más sobre ellos: los seres estudiados son briznas insignificantes de materia gelatinosa, semilíquida... Sin embargo, aparecen tan perfectos y completos en sí, tan inteligentemente adaptados al medio ambiente en que viven, como los organismos superiores: aun podríamos añadir, que se ve en ellos más patente y lleno de sorpresas el misterio de la vida.

Estamos acostumbrados a ver en los vivientes de la escala superior zoológica que nos rodea, que desempeñan sus distintas actividades con órganos fijos y apropiados para ellas. El concepto mecanicista de la vida lo considera eso muy natural. Los organismos, según él, constituyen máquinas perfectas y, es lógico, que para cada función posean una pieza u órgano que la realice; pero, ¿quién lo dijera?, los protozoos han venido a traerles una sorpresa desconcertante, capaz de echar por los suelos sus teorías. Es el caso, que estos animalitos realizan todas las funciones de los organismos superiores, es decir: se mueven, van a donde les conviene, aprehenden y digieren los alimentos, se defienden contra sus enemigos, sin tener ningún órgano fijo dispuesto para ello. En una palabra, «realizan actividades, sin ser máquinas», como dice el doctor Rosell.¹

¿Podrán explicar estos fenómenos las hipótesis materialistas? Quisiéramos verlo.

1. Cfr. «Ibérica», vol. XIX, págs. 107 y sigs.

Hasta los más grandes biólogos manifiestan su admiración: «Lo maravilloso en la organización de los rizópodos —dice Uexkull— está no sólo en que no tienen órganos y estructura fijos y en que su protoplasma es líquido, sino en que sus órganos los forman en cada caso y para las necesidades del momento de un protoplasma enteramente amorfo. El origen de estos órganos es un problema supramaquinal, que va más allá de la mecánica... La función de las estructuras o por las estructuras (órganos hechos), nos es comprensible, pero la función del protoplasma es un milagro, y cuanto más se estudia las capacidades y trabajos que realiza, mayor es el misterio».²

Resumamos ya, pues, y concluyamos.

En los Estudios anteriores, vimos a Dios resplandeciente entre los astros, creándolos y agitándolos en armoniosa danza por los espacios: «Los Cielos, dijimos con el Profeta, pregonan la gloria de Dios»: Del mundo pequeño, microscópico, podemos decir lo mismo, y con más razón todavía: también sus diminutos seres prueban y aclaman a Dios, con voz grande y poderosa, aunque ellos sean pequeños.

2. Von Uexkull, «El mundo exterior y el mundo interior de los animales». Cfr. Dr. Rosell, art. «La crisis del materialismo». «Ibérica». XIX, página cit.

X

EL ORIGEN DE LA VIDA

DESDE LA TORRE DE MURCIA. — LA GENERACION ESPONTANEA: SU HISTORIA. — LAS IMPOSTURAS DE HAECKEL; SU MONISMO. — REFUTACION. — ARGUMENTO EXPERIMENTAL: PASTEUR. — ARGUMENTO BIOLOGICO. — CONSECUENCIA: EL TERRIBLE DILEMA. — TESTIMONIO DE LOS SABIOS.

Un día me encontraba yo en lo más alto de la torre de la Catedral de Murcia. Era entonces precisamente la primavera y la hermosa huerta murciana, ese artístico jarrón de flores, como se le ha justamente denominado, se ostentaba en todo su esplendor y regia magnificencia... Un verdadero, dilatado mar de plantas, de hojas y de follaje tupidísimo, de lucientes y olorosas flores se extendía por doquier y brillaba exuberante bajo un cielo siempre azul, diáfano y sereno...

Y todo aquello era vida: vida que se alzaba lozana y pujante, vida que se expandía al sol, vida que se entrelazaba con la vida hasta formar el más precioso y tupido manto, la más mullida y olorosa alfombra. Y no obstante, aquello no era sino un pequeño rincón del mundo, y lo que entonces aparecía ante mi extasiada vista no era más que la vida imperfecta, la vida ínfima, la vida meramente vegetativa. Restaba todavía otra vida casi del todo invisible para mí en aquellos instantes y desde aquellas alturas de 90 metros: la vida que se movía, que se agitaba, que se relacionaba con el exterior, la vida sensitiva...

Debajo de aquel inmenso tapiz de verdor intenso que yo estaba contemplando, debajo de aquellos frondosos naranjos y limoneros, de aquellas erguidas y esbeltas palmeras, entre aquel follaje, intrincado laberinto de hojas y de ramas y de flores, ¡cuánta de esa otra vida superior no se ocultaba! ¡Cuántos animales no se arrastraban por el suelo, cuántas aves no se posaban sobre las ramas y cruzaban por los aires, cuántos insectos y pequeños organismos no zumbaban en derredor y se ocultaban en todas partes...!

Se ha contado o se ha intentado contar el número de las distintas especies de seres vivos que pueblan el Universo y, aunque la búsqueda no ha sido todavía completa, se han encontrado ya unos dos millones de plantas y más de dos de seres sensitivos.

Solamente de aves se dan colecciones de 15.000 especies: de moluscos hay catalogados 14.000 y se calcula que las de los insectos sobrepasan el millón, con la particularidad de que cada año se descubren alrededor de 10.000 especies nuevas...

Una pregunta

¿Cómo ha aparecido la vida sobre la Tierra?

Es evidente que ella no ha podido adornar siempre nuestra morada.

La Astronomía y la Geología están contestes en afirmarlo.

Ambas suponen, de una manera o de otra, que el globo en que habitamos al presente, fue un día un pequeño sol coronado de llamas en conflagración inmensa. Entonces era del todo imposible la vida, como es demasiado manifiesto. No hay organismos ni gérmenes que puedan soportar una temperatura prolongada de ciento cincuenta grados. A los mil ya los compuestos se disocian en sus propios elementos y aun éstos se volatilizan.

¿De dónde procede, pues, la vida, vuelvo a preguntar?

Si hace un millón, miles de millones de años, no existía ni podía existir sobre la Tierra por estar ésta incandescente,¹ ¿quién la ha producido? ¿Quién la ha sembrado con tan infinita profusión como observamos al presente por todas partes?

Dos soluciones únicas pueden ofrecerse: *La creación* por parte de Dios y la *generación espontánea*.²

No hay término medio posible.

O la vida apareció en el mundo por sí misma y espontáneamente, sin intervención exterior, sin gérmenes preexistentes y por las solas fuerzas de la Naturaleza, o necesariamente hay que convenir en que fue creada por Dios.

¿Cuál de estas dos soluciones es la verdadera?

Avancemos ya lo que ha de ser la idea fundamental de todo el Estudio.

Científicamente hablando, no puede hoy admitirse la generación espontánea de la vida: luego, científicamente hablando,

1. Cfr. «El Hombre», cap. I.

2. Algunos han sospechado la posible caída de gérmenes de otros astros sobre la Tierra, pero ello, además de ser imposible, no haría más que retrotraer la dificultad. La vida de este astro, ¿quién la produjo?